

**Eshchanova Nargiza Zakirovna,**

Buxoro davlat tibbiyot instituti Biokimyo kafedrası doktoranti

neshchanova993@gmail.com

**UO’K 37.02.577**

## **BIOKIMYO FANINI O’QITISHDAGI MUAMMOLAR VA ULARNING YECHIMIDA VR HAMDA SI IMKONIYATLARI**

**Annotatsiya:** Maqolada biokimyo fanini o’qitishda murakkab jarayonlarni vizual tasavvur qilish, tajriba yetishmasligi va nazariy bilimlarni amaliyotga tatbiq etishdagi qiyinchiliklar asosiy muammolari haqida so’z yuritilgan. Ushbu muammolarning samarali yechimi sifatida Virtual Reallik (VR) va Sun’iy Intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish taklif etilgan.

**Kalit so’zlar:** AR/VR, Adaptiv texnologiya, MolecularWebXR, PDB2AR ilovasi, GLB format, VMD eksport.

**Эшчанова Наргиза Закировна**

Докторант кафедры биохимии Бухарского государственного  
медицинского института  
neshchanova993@gmail.com

## **ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ БИОХИМИИ С ПОМОЩЬЮ VR И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**Аннотация:** В статье рассматриваются основные проблемы преподавания биохимии, такие как трудности визуализации сложных процессов, недостаток практических экспериментов и

сложности применения теоретических знаний на практике. В качестве эффективного решения этих проблем предлагается использование технологий виртуальной реальности (VR) и искусственного интеллекта (AI).

**Ключевые слова:** AR/VR, адаптивные технологии, MolecularWebXR, приложение PDB2AR, формат GLB, экспорт VMD.

**Eshchanova Nargiza Zakirovna**

PhD student of the Department of Biochemistry, Bukhara State Medical  
Institute  
neshchanova993@gmail.com

## **PROBLEMS OF TEACHING BIOCHEMISTRY AND THEIR SOLUTIONS THROUGH VR AND AI OPPORTUNITIES**

**Abstract:** The article discusses the main problems in teaching biochemistry, such as visualizing complex processes, the lack of practical experiments, and the difficulties in applying theoretical knowledge to practice. As an effective solution to these challenges, the use of Virtual Reality (VR) and Artificial Intelligence (AI) technologies is proposed.

**Keywords:** AR/VR, Adaptive technology, MolecularWebXR, PDB2AR application, GLB format, VMD export.

### **Kirish**

Zamonaviy ta'lim tizimi tobora raqamli texnologiyalar bilan boyib bormoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlar ichida o'zining murakkabligi bilan ajralib turadigan biokimyo fani talabalar uchun katta intellektual yuklama va didaktik qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi. Biokimyoviy jarayonlar molekulalar, fermentlar, hujayra ichidagi murakkab metabolik zanjirlar

orqali kechadi. Bu esa talabalardan yuqori darajadagi abstrakt tafakkur, vizual tasavvur va amaliy ko'nikmalarni talab etadi. Biroq, mavjud o'qitish usullari, ayniqsa an'anaviy ma'ruza va laboratoriya mashg'ulotlari, ushbu fanning mohiyatini to'liq tushuntirishda va talabaning faol ishtirokini ta'minlashda ko'p hollarda yetarlicha bo'lmayapti.

Shu nuqtayi nazardan qaralganda, ta'lim jarayoniga ilg'or texnologiyalarni, xususan Virtual reallik (VR) va Sun'iy intellekt (SI) imkoniyatlarini joriy etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Bu texnologiyalar nafaqat biokimyoviy tushunchalarni vizual va interaktiv shaklda yetkazish, balki talabalarining individual ehtiyojlariga moslashtirilgan, faol va samarali ta'lim muhitini yaratishga xizmat qilishi mumkin. Mazkur maqolada biokimyo fanini o'qitishda uchraydigan asosiy muammolar tahlil qilinadi va ularning yechimi sifatida VR va SI texnologiyalarining ilmiy-amaliy asoslangan imkoniyatlari ko'rib chiqiladi.

### ***Muammolar tahlili;***

So'nggi yillarda O'zbekiston Respublikasida barcha sohalar kabi ta'lim tizimini ham raqamlashtirish masalasi davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylanmoqda. Ayniqsa, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-noyabrdagi «O'zbekiston- 2030» Strategiyasi to'g'risida»gi PF-158-son Farmonidagi maqsadlarning samaradorlik ko'rsatkichlarining birinchi, ya'ni «Har bir insonga o'z salohiyatini ro'yobga chiqarishi uchun munosib sharoitlarni yaratish», - deb nomlangan bandining 33-maqsadida «Yoshlar o'rtasida IT sohasini yanada ommalashtirish hamda sohada xizmatlar eksportini oshirish»

lozimligi alohida ko'rsatib o'tilgan [1]. Bu esa o'z navbatida ta'lim tizimini raqamli transformatsiya qilish, ilg'or texnologiyalar va axborot resurslari asosida tashkil etishga bo'lgan ehtiyojni keltirib chiqaradi. ayniqsa, ta'lim jarayonlariga axborot-kommunikativ texnologiyalarini, elektron ta'lim platformalari, multimedia resurslar va sun'iy intellektga asoslangan metodik ko'rsatmalarni yaratish bo'yicha ishlarni olib borish davr talabi hisoblanadi[2].

Biokimyo fani o'qitishidagi innovatsion texnologiyalar talabalarga nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko'nikmalarni ham o'rgatishda samarali vosita hisoblanadi. Ushbu texnologiyalar yordamida talaba bilimni faqatgina eslab qolish bilan cheklanmay, balki uni amalda qo'llash, muammolarni hal qilish va ilmiy tajribalar o'tkazishda kerakli ko'nikmalarni rivojlantiradi. Bunday pedagogik yondashuvlar, ayniqsa, biokimyo fanidagi murakkab tushunchalarni o'rgatishda va talabalarning kognitiv ko'nikmalarini rivojlantirishda muhimdir [3].

Biokimyo tirik materiyaning kimyoviy tarkibi, tirik organizmlarda sodir bo'ladigan va ularning hayotiy faoliyatining asosi bo'lgan kimyoviy jarayonlar haqidagi fan [4]. Biokimyo-fizik-kimyoviy tadqiqot usullaridan keng foydalaniladi. Tirik organizmlarni tashkil etuvchi moddalarning kimyoviy tabiatini va ularning o'zgarishini o'rganadi [5]. Biokimyo fanining o'ziga xos murakkabligi va abstrakt xususiyatlari uni o'rganish jarayonida bir qator muammolarni yuzaga keltiradi. Talabalar molekulyar jarayonlarni tasavvur qilishda qiynalishi, laboratoriya uskunalaridan yetarlicha foydalana olmasligi va real amaliy tajribaga ega bo'lmasligi mumkin[6]. Quyida ushbu muammolar asosiy to'rt yo'nalishda tizimlashtirilib 1-jadvalda tahlil qilinadi:

**Jadval**

## **Biokimyo o‘qitishidagi asosiy muammolar**

| № | Muammo nomi                            | Ta’rif                                                                 |
|---|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Abstrakt tushunchalar                  | Molekulalararo jarayonlarni fazoda tasavvur qilishda qiynalish         |
| 2 | Amaliy mashg‘ulotlarning yetishmasligi | Laboratoriya sharoitlari, reagentlar va uskunalar cheklangan           |
| 3 | Passiv o‘qitish metodlari              | Interaktivlik, vizualizatsiya va simulyatsiya yo‘qligi                 |
| 4 | Individual yondashuvning yo‘qligi      | Har bir talabaning bilim darajasiga mos ta’lim muhiti yetishmovchiligi |

Mazkur muammolar ta’lim jarayonida biokimyo fanini to‘laqonli o‘zlashtirishga jiddiy to‘sqinlik qiladi. Shu bois, ushbu muammolarni zamonaviy raqamli texnologiyalar — Virtual Reallik (VR) va Sun’iy Intellekt (SI) orqali hal qilish dolzarb masalalardan biri sifatida ko‘rilmoqda. Keyingi bo‘limda bu texnologiyalar qanday yechimlar taklif qilishi tahlil qilinadi.

### ***Generativ Sun’iy intellektning yashirin omillari***

Biokimyo ta’limida bu texnologiyalar molekulalar, oqsillar va fermentlar haqidagi murakkab ma’lumotlarni vizuallashtirish, laboratoriya jarayonlarini simulyatsiya qilish va yangi ilmiy gipotezalarni ilgari surishda inqilobiy vositaga aylanmoqda.

SI modelining aniqligi ko‘p hollarda o‘qitish uchun ishlatilgan ma’lumotlarning aniqligi va to‘liqligiga bog‘liq. Biokimyoda bu aniq eksperimental natijalar va ilmiy yondashuv asosida ma’lumotlar bo‘lishi kerak. SI orqali modelni faqat katta hajmdagi ma’lumot bilan emas, balki kontekstli va bosqichma-bosqich o‘rgatish talabalarning chuqur

tushunish qobiliyatini oshiradi. Sun'iy intellekt orqali talabalar murakkab molekulyar jarayonlarni bosqichma bosqich vizuallashtirish imkoniyatini beradi. Interaktiv savol- javob tizimlari orqali individual o'quv yo'llarini yaratadi. SI vositalarini o'qituvchining o'rnini bosuvchi emas, balki qo'shimcha yordamchi sifatida foydalaniladi.

### ***Zamonaviy AR/VR texnologiyalari va ularning molekulyar fanlardagi zamonaviy qo'llanilishi:***

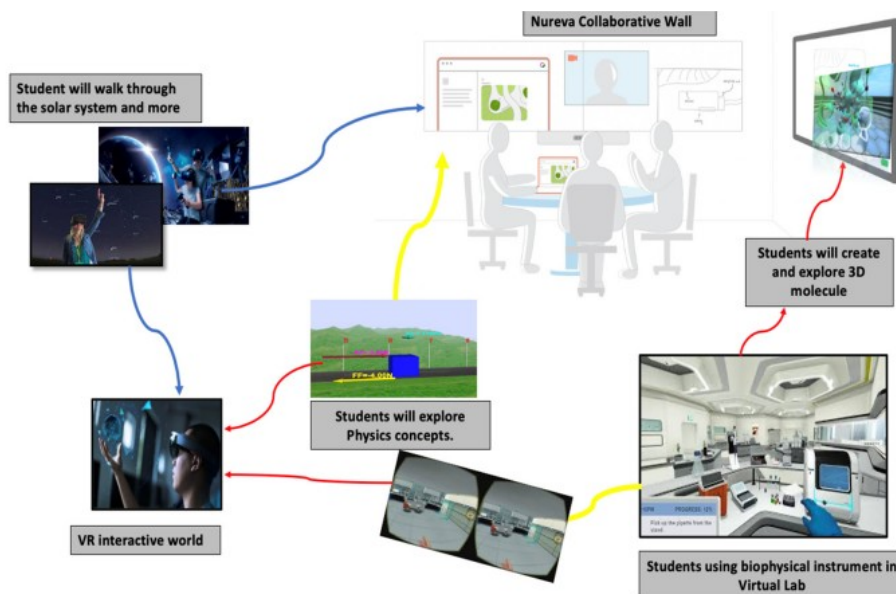
Taxminan 2020-yildan boshlab, VR (virtual reallik) va AR (kengaytirilgan reallik) texnologiyalarining yangi to'liqini interaktiv va immersiv (to'liq sho'ng'ish imkonini beruvchi) ta'lim tajribalari uchun yangi ufqlarni ochdi. Bu texnologiyalar ayniqsa iste'mol bozori darajasida har qachongidan ham tezroq rivojlanmoqda[7]. Yangi AR (kengaytirilgan reallik) va VR (virtual reallik) uskunalarining paydo bo'lishi bilan birga, yirik ishlab chiqaruvchilar hamkorligida yangi dasturlash standartlari ham shakllanmoqda. So'nggi yillarda foydalanuvchilarga immersiv (virtual) muhitda o'qitish, o'z-o'zini o'rgatish va ishlash imkonini beruvchi yangi dasturiy vositalar paydo bo'ldi[8].

Kimyo va biologiya sohalariga xos kontekstda [9]. mustaqil (ya'ni alohida ishlovchi) AR/VR dasturlari hamda oddiy kompyuter grafikasi dasturlarining imkoniyatlarini AR/VR muhitiga kengaytiruvchi modullar paydo bo'lmoqda [10]. Eng muhimi, ushbu ilg'or AR/VR dasturlarining ayrimlari endilikda ko'p foydalanuvchili (multiuser) seanslarni qo'llab-quvvatlay boshlagan. Masalan, O'Connor va hammualliflari o'z tadqiqotlarida Narupa dasturi yordamida bir vaqtning o'zida olti nafar foydalanuvchi VR muhitida molekulyar dinamika simulyatsiyasini boshqarishi mumkinligini ko'rsatgan[11].

Ko'p foydalanuvchili imkoniyatlar — o'qitish, hamkorlikda ishlash, muhokama va boshqa interaktiv ta'lim jarayonlari uchun virtual insoniy aloqalarni va hamkorlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

So'nggi yillarda molekulyar grafikalar va modellashtirish uchun mo'ljallangan VR vositalari, haqiqatan ham, molekulyar fanlar sohasida ilmiy kashfiyotlarni ilgari surishda muhim amaliy imkoniyatlarga ega ekanligini namoyon qildi [12].

VR o'quv dasturi an'anaviy o'qitish usullari bilan birlashtirilib, aralash ta'lim tajribasini yaratish mumkin. Bu yondashuv VR'ning immersiv va interaktiv imkoniyatlarini an'anaviy ta'lim strategiyalari — ma'ruzalar, darsliklar, sinfdagi muhokamalar, videolar va amaliy mashg'ulotlar bilan uyg'unlashtiradi. Maqsad ikkala usulning kuchli tomonlaridan foydalanish mumkin: VR yordamida talabalarning qiziqishini oshirish, vizual va tajribaviy o'qish imkoniyatlarini taqdim etish, an'anaviy metodlar orqali esa tuzilma, asosiy bilimlar va yo'naltirilgan o'qitishni ta'minlash. Ushbu aralash yondashuv turli xil o'qish uslublariga mos keluvchi va umumiy ta'lim natijalarini yaxshilovchi keng qamrovli hamda samarali ta'lim muhitini yaratishga qaratilgan[13].

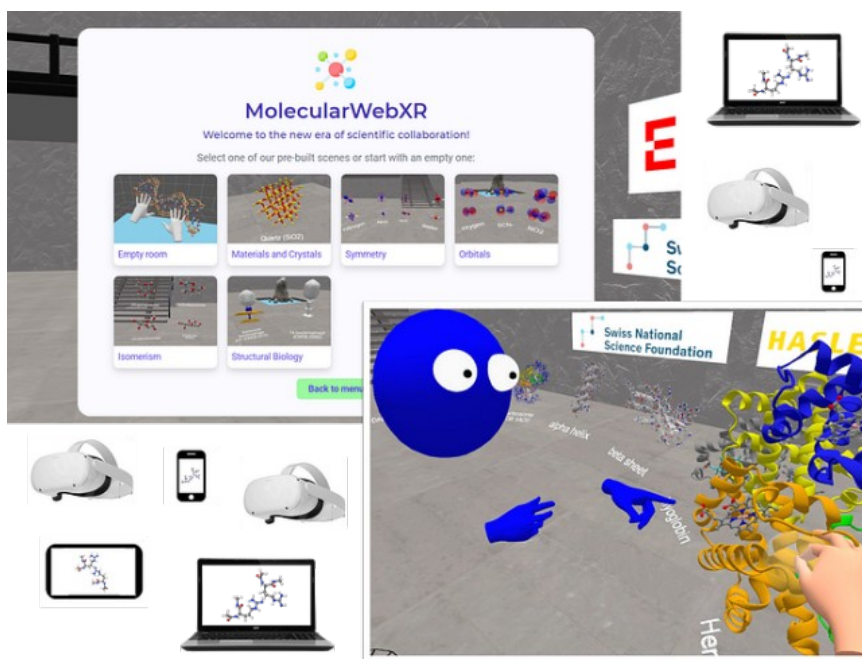


### ***1-rasm Sinf jarayonini boyitish uchun turli adaptiv texnologiyalarning integratsiyasi***

O‘quv jarayonini yanada samarali qilish maqsadida turli xil moslashuvchan (adaptiv) texnologiyalarni birlashtirib qo‘llash.

Ya’ni bunda darsda o‘quvchilarni ko‘proq jalb qilish va ta’lim sifatini oshirish uchun kengaytirilgan reallik (AR), virtual reallik (VR) yoki boshqa raqamli vositalarni birgalikda ishlatish nazarda tutiladi[14].

***MolecularWebXR*** — bu ko‘p foydalanuvchili, veb-brauzerda ishlovchi AR/VR platforma bo‘lib, asosan kimyo va strukturaviy biologiya sohalarida: ta’lim, ilmiy muloqot va hamkorlikdagi tahlillar uchun mo‘ljallangan.



**2-rasm MolecularWeb XR platformasi**

2-rasmda MolecularWebXR platformasini taqdim etamiz — bu kimyo va (asosan strukturaviy) biologiya mavzularida ta’lim, ilmiy kommunikatsiya va ehtimol ilmiy muhokamalar uchun mo’ljallangan yangi ko’p foydalanuvchili AR/VR platformadir[15]. Molecular WebXR standarti orqali qo’llab-quvvatlanadigan immersiv VR va AR texnologiyalaridan foydalanadi. U to’liq veb asosida ishlaydi, ya’ni hech qanday o’rnatish, qo’shimcha dasturiy ta’minot talab qilinmaydi. Bu platforma yordamida bir nechta foydalanuvchi bir vaqtda 3D immersiv muhitda kimyo va biologiyaga oid tushunchalarni o’rganishi, o’zaro muloqot qilishi va muhokama qilishi mumkin. Foydalanuvchilar obyektlarni qo’llari bilan harakatlantirib, ularning elementlariga tabiiy qo’l ishoralari orqali ishora qilish imkoniyatiga egadirlar.

Foydalanuvchilar bitta fizik joyda yoki turli geografik hududlarda joylashgan bo’lishi mumkin — ikkinchi holatda, platformaning ichki audio funksiyasi orqali ular erkin suhbatlashishlari mumkin.

AR/VR muhiti ichida foydalanuvchilar 3D obyektlar bilan harakatlanib, ularni boshqarishlari mumkin. Ushbu obyektlar GLB formatidagi fayllardan iborat bo'lib, ular VMD eksportlari orqali tayyorlanadi yoki ommaviy ochiq ma'lumotlar bazalaridan olinadi.

Platformada kimyo va strukturaviy biologiyaga oid mavzularni qamrab oluvchi tayyor 3D materiallar joylashtirilgan alohida xonalar mavjud bo'lib, bu materiallar 3D yozuvlar bilan izohlangan.

Shuningdek, foydalanuvchilar o'zlarining maxsus PDB2AR (Protein Data Bank to Augmented Reality) ilovasi yordamida tayyorlagan obyektlarini joylashtirishlari mumkin bo'lgan bo'sh xona ham mavjud. Bu orqali shaxsiy VR mashg'ulotlarini o'tkazish imkoniyati yaratiladi[16].

**Xulosa:** Biokimyo ta'limida uchraydigan murakkabliklar – molekulyar jarayonlarni tasavvur qilish qiyinligi, tajriba yetishmovchiligi va nazariy bilimlarning amaliyot bilan uyg'unlashmasligi – zamonaviy yondashuvlarni talab etadi. Virtual Reallik (VR) texnologiyalari talabalarga molekulalar va biokimyoviy jarayonlarni uch o'lchamli muhitda interaktiv tarzda o'rganish imkonini berar ekan, Sun'iy intellekt (SI) individual yondashuv, bilimlarni tahlil qilish va samarali o'quv jarayonini tashkil etishda muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, Molecular WebXR kabi veb-brauzer asosida ishlaydigan platformalar qo'shimcha qurilmasiz ham molekulyar vizualizatsiya imkoniyatlarini taqdim etib, ta'lim jarayonini yanada qulay va ommabop qiladi. Demak, VR, SI va WebXR integratsiyasi biokimyo ta'limini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqish imkonini beruvchi istiqbolli yechim bo'lishi mumkin.

### ***Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:***

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11- noyabr « O'zbekiston-2030» Strategiyasi to'g'risida»gi PF-158-son Farmoni. Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi, 12.09.2023 y., 06/23/158/0694-son; 29.12.2023 y., 06/23/214/0984-son; 21.03.2025 y., 06/25/51/0261-son; 26.03.2025 y., 06/25/56/0274-son.
2. Kurbaniyazova Z. K. Ta'lim tizimida sun'iy intellekt elementlaridan foydalanish istiqbollari: yutuqlar va kamchiliklar. // Inter education & global study. 2025, №6. B.16–24.
3. Ixtiyarova G.A, Eshchanova N.Z, “PEDAGOGIK MAHORAT” ilmiy-nazariy va metodik jurnal. 2025, № 5 (2) 2025
4. Kurbanova K.U., Umumiy va anorganik kimyoni o'qitish jarayonida talabalarni intellektual qobiliyatini shakllantirish// Academic research in educational sciences. 2021. №4-maxsus son, 73-78 b.
5. Atqiyayeva, I. S., Fayziyev, X. Kimyoni o'qitishda o'quvchilarning intellektual imkoniyatlarini rivojlantirishda elektron taqdimotlarning qo'llanilish// Academic research in educational sciences. 2021. №4-maxsus son, 47-52 b.
6. Eshchanova N.Z., Ixtiyarova G.A., Biokimyo fanini o'qitishda VR va Sun'iy intellekt texnologiyalarining imkoniyatlari. “Fundamental va klinik tibbiyot integratsiyasi” I XALQARO ILMIY-AMALIY ANJUMANI. Buxoro 2025-yil, 11-12-aprel.
7. Joo W.J., Brongersma M.L., Creating the ultimate virtual reality display Science, 377 (2022), pp. 1376-1378

- 8.** Wang M., Yu.H., Bell.Z., Chu.X., Constructing An Edu-Metaverse ecosystem: A new and innovative framework IEEE Trans. Learn. Technol., 15 (2022), pp. 685-696
- 9.** Kuťák D., Modern Technologies of Molecular Visualization in Immersive Virtual Environments. Computer Graphics Forum, Wiley Online Library (2023)
- 10.** O'Connor M., Sampling of Molecular Conformations and Dynamics in a Multi-User Virtual Reality Environment Science Advances, 4 (2018), Article eaat2731
- 11.** D. Kuťák, E.M. Gale, J. Barnoud, D.R. Glowacki, A.J. Mulholland Modern Technologies of Molecular Visualization in Immersive Virtual Environments Computer Graphics Forum, Wiley Online Library (2023), pp. 685–698
- 12.** M. O'Connor, E.M. Gale, J. Barnoud, D.R. Glowacki, A.J. Mulholland Sampling of Molecular Conformations and Dynamics in a Multi-User Virtual Reality Environment.
- 13.** Horace T. Crogman., Victor D. Cano., Edlyn Pacheco., Rohan B. Sonawane., and Reza Borooun., Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Experiential Learning: Transforming Educational Paradigms Educ. Sci. 2025, 15(3), 303; <https://doi.org/10.3390/educsci15030303>
- 14.** Horace T., Crogman 1., Victor D., Cano . , Edlyn Pacheco. , Rohan B. Sonawane and Reza Borooun Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Experiential Learning: Transforming Educational Paradigms

**15.** Fabio H. Cortes R, Gianfranco F, Sittha P, Fernando T. M, Danaya A., MolecularWebXR: Multiuser discussions in chemistry and biology through immersive and inclusive augmented and virtual reality. *Journal of Molecular Graphics and Modelling* Volume 135, March 2025, 108932

**16.** M. O'Connor, M. Dal Peraro, L.A. Abriata  
Sampling of molecular conformations and dynamics in a multi-user virtual reality environment *Sci. Adv.*, 4 (2018), Article eaat2731